

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN INGEGNERIA ELETTROROTECNICA**



**ELABORATO FINALE**

**NUOVO DECRETO CONTO ENERGIA 2011:  
ANALISI E RENDIMENTO ECONOMICO DI UN SISTEMA FOTOVOLTAICO**

**New PV DECREE 2011:  
ANALYSIS AND ECONOMIC PERFORMANCE OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM**

**RELATORE  
PROF. ARTURO LORENZONI**

**LAUREANDO  
ANDREA BREGOLIN**

**ANNO ACCADEMICO 2010/2011**



## INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	- 6 -
<b>CAPITOLO 1</b> .....	- 8 -
<b>1 i perché dell'investimento fotovoltaico</b> .....	- 8 -
1.1 aspetti pratico-economici .....	- 8 -
1.2 oggi in Italia: distribuzione.....	- 10 -
<b>CAPITOLO 2</b> .....	- 11 -
<b>2 decreto nuovo conto energia 2011: cosa cambia!</b> .....	- 11 -
2.1 decreto e tariffe.....	- 11 -
2.2 modalità di posizionamento moduli.....	- 15 -
2.3 accesso alle tariffe incentivanti.....	- 16 -
<b>CAPITOLO 3</b> .....	- 17 -
<b>3 costi di un impianto</b> .....	- 17 -
3.1 voci del prezzo.....	- 17 -
3.1.1 componenti dell'impianto.....	- 17 -
3.2 costo dell'impianto.....	- 18 -
3.3 costi di manutenzione e assicurazione.....	- 19 -
3.4 impianto a costo zero.....	- 19 -
<b>CAPITOLO 4</b> .....	- 20 -
<b>4 esempio di impianto: redditività 2010 e 2011 a confronto</b> .....	- 20 -
4.1 analisi e commenti.....	- 23 -
4.2 studio e andamento del costo dei moduli.....	- 25 -
<b>CAPITOLO 5</b> .....	- 27 -
<b>5 esempio di impianto fotovoltaico industriale: guadagno</b> .....	- 27 -
5.1 dimensionamento impianto.....	- 28 -
5.2 guadagno con l'incentivo del conto energia.....	- 28 -
5.3 guadagno dalla vendita con ritiro dedicato.....	- 28 -
5.4 costo impianto e finanziamento.....	- 29 -
5.5 guadagno e rendimento minimo garantito.....	- 29 -
5.6 stima guadagno primi 20 anni.....	- 29 -
5.7 oltre i 20 anni.....	- 30 -
5.8 dopo 40 anni.....	- 30 -
5.9 rendita mensile.....	- 30 -
5.10 autoconsumo parziale.....	- 30 -
5.11 in futuro.....	- 31 -
<b>CAPITOLO 6</b> .....	- 32 -
<b>6 esempio di impianto 200kWp su tetto: guadagno</b> .....	- 32 -
6.1 analisi tecnico-economica.....	- 32 -
6.2 commenti.....	- 34 -

<b>CAPITOLO 7</b> .....	- 35 -
<b>7 esempio di impianto 1000kWp a terra: guadagno</b> .....	- 35 -
7.1 analisi tecnico-economica.....	- 35 -
7.2 commenti.....	- 37 -
7.3 altra rendita: il terreno.....	- 37 -
<b>CONCLUSIONI</b> .....	- 40 -
<b>APPENDICE</b> .....	- 44 -
tasso interno di redditività (TIR).....	- 44 -
valore attuale netto (VAN).....	- 44 -
conto energia.....	- 45 -
contratti energia.....	- 45 -
incentivi statali.....	- 45 -
certificati bianchi.....	- 45 -
certificati verdi.....	- 46 -
vendita dell'energia.....	- 46 -
cessione in rete.....	- 47 -
scambio sul posto.....	- 48 -
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	- 50 -



## INTRODUZIONE

Il lavoro di tesina svolto si è basato sull'individuazione, l'analisi e la spiegazione e le ragioni dell'investimento fotovoltaico. Il fotovoltaico infatti sta conoscendo il "boom" di richiesta grazie soprattutto all'incentivazione emessa, la quale spinge l'investitore a finanziare il progetto sostenuto anche, oltre al guadagno economico, da fattori ambientali quali la riduzione di CO<sub>2</sub> e la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Il nuovo conto energia 2011 però in un certo senso va a limitare le motivazioni ad investire nel fotovoltaico rispetto al precedente conto energia; ecco perché si è cercato di studiare quelli che sono i punti salienti e le differenze che comunque rendono almeno fino ad oggi il fotovoltaico un investimento sicuro nel tempo.

L'analisi della redditività è un passo chiave nella scelta delle tipologie di impianti; è facile riconoscere poi la versatilità e modulabilità del fotovoltaico che è possibile adattare, a seconda di esigenze e possibilità, ad ogni realtà esistente.

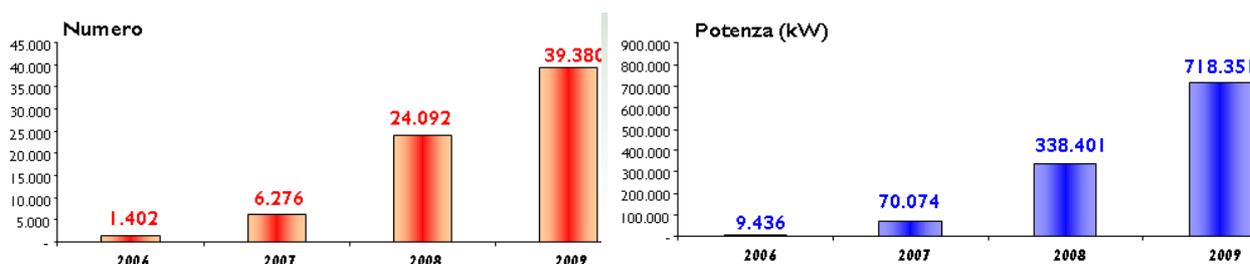
Grazie a proiezioni nel futuro inoltre si è andati a vedere le possibili soluzioni per mantenere inalterata la redditività e individuare il guadagno stimato nel tempo per varie tipologie di impianti; essendo infatti molteplici le applicazioni del fotovoltaico: dal fabbisogno del singolo utente a grandi realtà industriali o addirittura solo come forma di puro guadagno.



## 1) I PERCHÉ DELL'INVESTIMENTO FOTOVOLTAICO

### 1.1) aspetti pratico-economici

In Italia nel 2009 erano stati già installati circa 39.380 impianti fotovoltaici, per una potenza di 718.351 kW e una produzione di 673 GWh. Al 31 agosto 2010 risultavano in totale 95.002 impianti per una potenza complessiva di 1.525 MW. (fonte GSE)



Il fotovoltaico, oltre al risparmio grazie all'autoconsumo dell'energia, permette un guadagno netto grazie agli incentivi statali previsti dal Nuovo Conto Energia, che premiano l'energia prodotta dall'impianto a prescindere dal suo utilizzo; basti pensare che solo nel 2009 sono stati erogati incentivi per circa 292 milioni di Euro.

Il fotovoltaico con l'incentivo rende a 20 anni, nell'ipotesi di auto-consumo dell'energia, circa 2 volte il capitale investito, ed a questo beneficio economico si aggiunge il valore dell'impianto stesso.

Secondo uno studio del Politecnico di Milano, il Tasso Interno di Rendimento (TIR) medio a 25 anni di un impianto fotovoltaico, cioè il tasso composito annuale che l'investimento genera, è circa del 9%, mentre un BTP a 25 anni dà oggi il 4,6% netto. Quindi investire nel fotovoltaico rende molto più dei Titoli di Stato.

L'incremento medio delle tariffe elettriche si può stimare in circa 1% l'anno, il che si traduce, per un impianto, in un ulteriore guadagno. Inoltre, un impianto fotovoltaico, non avendo parti meccaniche, dura minimo svariati decenni, perciò il risparmio continua ben oltre i 20 anni. La prima cella fotovoltaica, prodotta nel 1953, ancora funziona dopo più di 55 anni. Dunque, il beneficio economico per chi lo possiede è ben più grande di quello stimato per i soli primi 20 anni.

Ci sono molti studi attuali che convergono nella possibilità di attuare la cosiddetta "grid parity", nella quale l'impianto fotovoltaico sarà conveniente anche senza incentivi statali, che comunque finiranno. L'idea è quella di realizzare una rete intelligente, affidabile, sostenibile, economica nella quale il produttore e il consumatore possono essere la stessa "persona", facendo ciò vengono a crearsi indubbi vantaggi economici ma allo stesso tempo potrebbero nascere problemi di carattere

tecnico, come ad esempio la selettività della rete, il necessario aumento di protezioni, ecc...per cui al momento la rete italiana non sarà predisposta all'attuazione finché non sarà stata adeguata.

La produzione di energia da fonte solare permette, nel lungo periodo, di risparmiare fortemente sui costi dell'energia elettrica in quanto il costo del kWh non è legato al prezzo del petrolio, che si prevede aumenterà a causa del "picco del petrolio". (vedi grafico)



Tutto ciò spiega perché oggi numerosi imprenditori e fondi di investimento italiani e stranieri stiano investendo in Italia acquistando dei terreni per realizzarci grandi campi

fotovoltaici da almeno 1 MW ciascuno, considerato pure che nel nostro Paese l'irraggiamento solare è più alto che nel resto d'Europa.

Usufruendo di un finanziamento al 100% per realizzare un impianto fotovoltaico, che è garantito dal GSE: non occorre tirare fuori di tasca dei soldi e si riceve una rendita fissa mensile per 20 anni, essendo il beneficio mensile maggiore della rata.

Come ha dichiarato il Presidente dell'Authority per l'energia: "Oggi in Italia per le PMI il costo dell'energia è del 35% superiore alla media europea. Sul caro-bollette pesano la forte dipendenza dal petrolio e l'assenza del nucleare".

Un impianto fotovoltaico dà l'indipendenza energetica, e garantisce l'elettricità ai clienti altrimenti "interrompibili". Un Paese come l'Italia che produce il 60% dell'elettricità dal gas è a rischio ed è inoltre anomalo per un paese sviluppato avere una così alta dipendenza da fonti fossili.

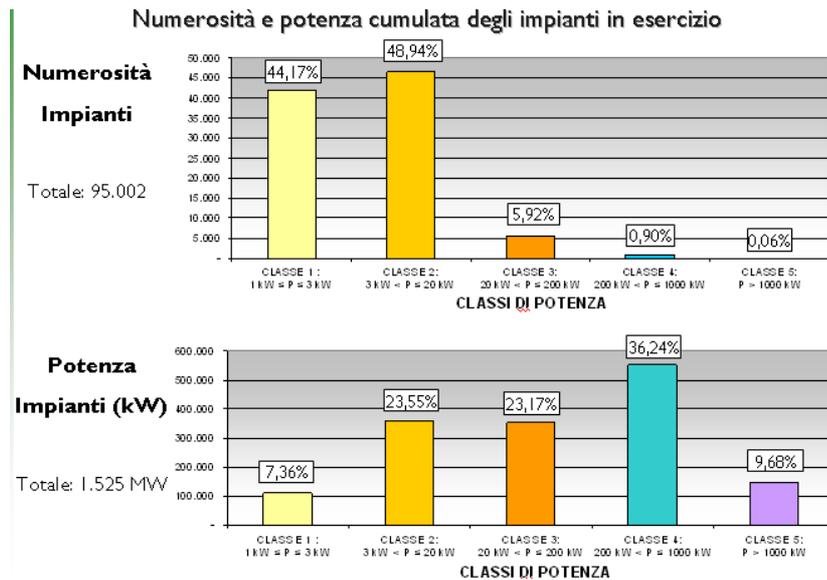
Inoltre, un impianto di 3 kW<sub>p</sub> fa risparmiare in un anno ben 2,4 tonnellate di CO<sub>2</sub> (pari a 0,82 tonnellate di petrolio equivalenti).

Infine, il Conto Energia "finirà" al raggiungimento della soglia fissata come obiettivo di questo incentivo; gli incentivi del Conto Energia non sono mai soggetti ad IVA, nemmeno per le imprese, in quanto la tariffa incentivante si configura come un contributo a fondo perduto; mentre, per il costo dell'impianto, l'IVA è agevolata ed è al 10%.

Per impianti fino a 200 kW in scambio sul posto, le tariffe del Conto Energia aumentano fino al 30% se si effettuano dei lavori sugli edifici che permettono un risparmio energetico di almeno il 10%, o se l'edificio è nuovo ed energeticamente efficiente e inoltre ci sono anche altre agevolazioni che vedremo in seguito nel caso specifico.

## 1.2) oggi in Italia: distribuzione

Dai dati forniti dal GSE possiamo notare che al 31 agosto 2010, circa la metà degli impianti si

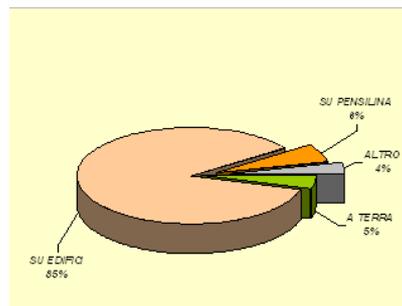


trova sulla fascia da 3 a 20 kW mentre quasi l'altra metà si trova nella fascia di potenza più piccola, cioè da 1 a 3 kW; la potenza d'impianto però è distribuita maggiormente nella fascia da 200 a 1000 kW mentre la percentuale di potenza minore la troviamo nella fascia da 1 a 3 kW.

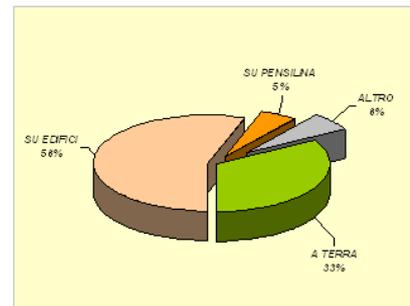
Detto ciò possiamo affermare che fino ad ora molti impianti di piccola taglia sono nati grazie allo sfruttamento di spazi sugli edifici, mentre un minor numero di impianti, ma con potenze decisamente maggiori, che quindi vanno ad occupare estese superfici, sono stati installati a

**Sito di installazione degli impianti fotovoltaici entrati in esercizio al 31 agosto 2010**

**Numero**



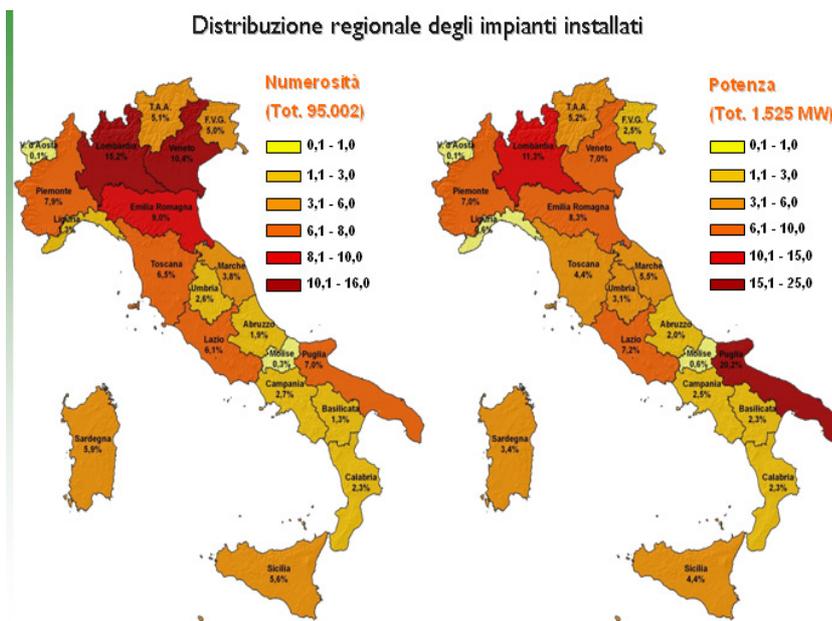
**Potenza**



terra; sempre più infatti, molti imprenditori convertono la destinazione di terreni magari agricoli,

non molto redditizi, in campi fotovoltaici ricavando così una buona rendita che la coltivazione non avrebbe mai potuto dare.

**Distribuzione regionale degli impianti installati**



Infine, si noti come in Puglia soprattutto e nelle regioni del Centro-Nord sia numerosa la potenza fotovoltaica installata, grazie anche alle politiche interne e alla posizione favorevole.

## 2) **DECRETO NUOVO CONTO ENERGIA 2011: COSA CAMBIA!**

### 2.1) decreto e tariffe

Il **DM 6/8/2010**, predisposto da MSE di concerto con Minambiente, è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 24/8/2010.

Il Decreto reca nuovi criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica dalla fonte solare mediante conversione fotovoltaica, fornendo continuità al meccanismo già avviato con i decreti ministeriali del 19/2/2007, 28/7/2008 e 6/2/2006, con cui era stata data prima attuazione all'art. 7 del Dlgs. 387/2003.

**Il Decreto si applica agli impianti fotovoltaici che entrano in esercizio in data successiva al 31/12/2010**, con eccezione degli impianti fotovoltaici a concentrazione (in precedenza non incentivabili) per i quali le tariffe incentivanti previste possono essere applicate dalla data di entrata in vigore del provvedimento (25/8/2010). A decorrere da questa data, inoltre, il decreto ha previsto nuove modalità per l'accesso al premio riconosciuto a impianti fotovoltaici abbinati a un uso efficiente dell'energia. Esso prevede che:

-Si avranno due nuove categorie di impianti fotovoltaici:

#### **1. impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici**

*moduli installati su coperture con pendenza fino a 5°;*

*moduli installati complanarmente ai tetti a falda, con o senza sostituzione del materiale di rivestimento della copertura;*

*moduli installati su tetti aventi caratteristiche diverse dalle precedenti in modo complanare al piano tangente, con una tolleranza di 10°;*

*moduli installati in qualità di frangisole, collegati a superfici trasparenti.*

#### **2. altri impianti fotovoltaici**

Non esiste più la suddivisione tra impianti fotovoltaici non integrati, parzialmente integrati, integrati (architettonicamente - totalmente integrati);

-La riduzione percentuale media delle tariffe di fine 2011 rispetto a quelle del 2010 è compresa fra il 10% e il 17% nel terzo quadrimestre 2011 per impianti di potenza inferiore a 200 kW.

Per impianti di potenza superiore a 200 kW è compresa fra il 20% e il 27%.

**La riduzione media risulta inferiore alla riduzione media del costo dei moduli fotovoltaici negli ultimi anni.**

-Sommando all'incentivo il valore dell'energia, per il quale non si prevedono riduzioni, la riduzione complessiva sarà compresa fra l'8% e il 10% per gli impianti piccoli e fra il 14% e il 20% per impianti più grandi;

-Per il 2011 ci saranno nuove tariffe incentivanti per il fotovoltaico: la tariffa incentivante sarà decurtata del 6% all'anno nel 2012 e 2013, con arrotondamento commerciale alla terza cifra decimale;

-Gli impianti fotovoltaici i cui moduli solari costituiscono elementi costruttivi di pergole, serre, barriere acustiche, tettoie e pensiline abbiano diritto a una tariffa pari alla media aritmetica fra la tariffa spettante per "impianti fotovoltaici realizzati su edifici" e la tariffa spettante per "altri impianti fotovoltaici";

Ecco le nuove tariffe incentivanti:

Tariffa incentivante [€/kWh prodotto]						
	Data di connessione dell'impianto fotovoltaico: 01/01/11 - 30/04/11		Data di connessione dell'impianto fotovoltaico: 01/05/11 - 31/08/11		Data di connessione dell'impianto fotovoltaico: 01/09/11 - 31/12/11	
Potenza [kWp]	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	Altri impianti fotovoltaici	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	Altri impianti fotovoltaici	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	Altri impianti fotovoltaici
da 1 a 3	0.402	0.362	0.391	0.347	0.380	0.333
da 3 a 20	0.377	0.339	0.360	0.322	0.342	0.304
da 20 a 200	0.358	0.321	0.341	0.309	0.323	0.285
da 200 a 1'000	0.355	0.314	0.335	0.303	0.314	0.266
da 1'000 a 5'000	0.351	0.313	0.327	0.289	0.302	0.264
oltre 5'000	0.333	0.297	0.311	0.275	0.287	0.251

-La tariffa incentivante venga incrementata del 5% per impianti non classificati come “impianti fotovoltaici realizzati su un edificio” qualora i medesimi impianti siano ubicati in zone classificate, alla data di entrata in vigore del presente decreto, dal pertinente strumento urbanistico come industriali, commerciali, cave o discariche esaurite, area di pertinenza di discariche o di siti contaminati;

-La tariffa incentivante venga incrementata del 5% per impianti realizzati su un edificio, operanti in regime di scambio sul posto, realizzati da comuni con popolazione inferiore a 5000 abitanti dei quali i comuni siano soggetti responsabili;

-La tariffa incentivante venga incrementata del 10% per impianti realizzati su un edificio, installati in sostituzione di coperture in eternit o comunque contenenti amianto;

-Le tariffe incentivanti siano maggiori per impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative;

-Per gli impianti fotovoltaici con caratteristiche innovative, che devono essere di potenza fotovoltaica nominale compresa tra 1 kWp e 5 MWp, il Nuovo Conto Energia 2011 conceda le seguenti tariffe incentivanti [queste tariffe saranno decurtate del 2% all’anno (anziché del 6%) nel 2012 e 2013]:

kWp	€/kWh
$1 \leq P \leq 20$	0,44
$20 < P \leq 200$	0,40
$200 < P \leq 5.000$	0,37

-Per gli impianti fotovoltaici a concentrazione è vi sia un limite di potenza nominale incentivabile per singolo impianto pari a 5 MW. Possono beneficiare delle tariffe incentivanti le persone giuridiche e i soggetti pubblici. Sono escluse le persone fisiche e i condomini. Le tariffe incentivanti saranno decurtate del 2% all’anno nel 2012 e 2013:

<i>Intervallo di potenza</i>	<i>Tariffa corrispondente</i>
[kW]	[€/kWh]
$1 \leq P \leq 200$	0,37
$200 < P \leq 1000$	0,32
$200 < P \leq 5000$	0,28

-I contributi in conto capitale per la realizzazione di un impianto fotovoltaico non siano superiori al 30% del costo di investimento per impianti fotovoltaici realizzati su edifici con potenza nominale maggiore di 3kW;

-I contributi in conto capitale per la realizzazione di un impianto fotovoltaico sia anche del 60% del costo di investimento per impianti fotovoltaici realizzati su edifici su scuole pubbliche o paritarie il cui soggetto responsabile sia la scuola ovvero il soggetto proprietario dell'edificio su strutture sanitarie pubbliche, nonché su edifici che siano sedi amministrative di proprietà di enti locali o di regioni e province autonome;

-I contributi in conto capitale per la realizzazione di un impianto fotovoltaico non siano superiori al 30% del costo di investimento per impianti fotovoltaici realizzati su edifici pubblici, ovvero su edifici di proprietà di organizzazioni riconosciute non lucrative di utilità sociale che provvedono alla prestazione di servizi sociali affidati da enti locali, ed il cui soggetto responsabile sia l'ente pubblico o l'organizzazione non lucrativa di utilità sociale;

-I contributi in conto capitale per la realizzazione di un impianto fotovoltaico non siano superiori al 30% del costo di investimento per impianti fotovoltaici realizzati su aree oggetto di interventi di bonifica, ubicate all'interno di siti contaminati come definiti dall'articolo 240 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e successive modificazioni o integrazioni, purché il soggetto responsabile dell'impianto assuma la diretta responsabilità delle preventive operazioni di bonifica; i predetti contributi non sono cumulabili con il premio di cui all'articolo 10, comma 1, lettera a);

-I contributi in conto capitale per la realizzazione di un impianto fotovoltaico non siano superiori al 30% del costo di investimento per impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative;

-I contributi in conto capitale per la realizzazione di un impianto fotovoltaico non siano superiori al 30% del costo di investimento per impianti fotovoltaici a concentrazione;

-Un premio aggiuntivo, fino al 30%, per gli impianti fotovoltaici operanti in regime di scambio sul posto, realizzati sugli edifici che riducano di almeno il 10% l'indice di prestazione energetica dell'edificio;

-Il DM fissa a 8.000 MW l'obiettivo nazionale della potenza da installare entro il 2020; la potenza fotovoltaica incentivabile sarà di 3.000 MW, più 300 MW per gli impianti fotovoltaici integrati e 200 MW per gli impianti fotovoltaici a concentrazione. In caso di esaurimento della disponibilità di potenza incentivabile è previsto – come con il Conto Energia attualmente in vigore - un periodo di moratoria di 14 mesi (24 mesi per i soggetti pubblici) dalla data di raggiungimento di tale limite, comunicata dal GSE sul proprio sito internet;

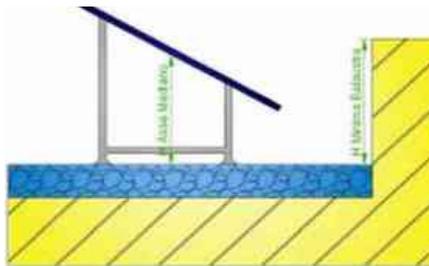
-Finanziamenti a tasso agevolato per la realizzazione di un impianto fotovoltaico, pari allo 0,50%, previsti dal Fondo per Kyoto, erogati in attuazione dell'art. 1, comma 1111, della legge 27 dicembre 2006;

-Benefici conseguenti all'accesso a fondi di garanzia e di rotazione istituiti da enti locali o regioni e province autonome;

**2.2) Le modalità di posizionamento dei moduli fotovoltaici sugli edifici, ai fini dell'accesso alla corrispondente tariffa incentivante per il fotovoltaico sono:**

*1. Moduli fotovoltaici installati su tetti piani ovvero su coperture con pendenze fino a 5°.*

- a. Qualora sia presente una balaustra perimetrale, la quota massima, riferita all'asse mediano dei moduli fotovoltaici, deve risultare non superiore all'altezza minima della stessa balaustra.



- b. Qualora non sia presente una balaustra perimetrale l'altezza massima dei moduli fotovoltaici rispetto al piano non deve superare i 30 cm.



*2. Moduli fotovoltaici installati su tetti a falda.*

- a. I moduli fotovoltaici devono essere installati in modo complanare alla superficie del tetto con o senza sostituzione della medesima superficie.



3. *Moduli fotovoltaici installati su tetti aventi caratteristiche diverse da quelli precedenti.*

- a. I moduli fotovoltaici devono essere installati in modo complanare al piano tangente o ai piani tangenti del tetto, con una tolleranza di più o meno 10°.



4. *Moduli fotovoltaici installati in qualità di frangisole*

- a. I moduli fotovoltaici sono collegati alla facciata al fine di produrre ombreggiamento e schermatura di superfici trasparenti.



Non rientrano nella definizione di edificio le pergole, le serre, le tettoie, le pensiline, le barriere acustiche e le strutture temporanee comunque denominate.

### 2.3) Accesso alle tariffe incentivanti

Il nuovo Conto Energia 2011 prevede, nella procedura per l'accesso alle tariffe incentivanti, tempi diversi rispetto al conto energia 2007:

Le richieste di incentivazione devono essere inviate entro 90 giorni (attualmente 60) dalla data di entrata in esercizio degli impianti. Il mancato rispetto dei termini comporta la non ammissibilità all'incentivo per il periodo intercorrente tra la data di entrata in esercizio e la data di invio della domanda al GSE.

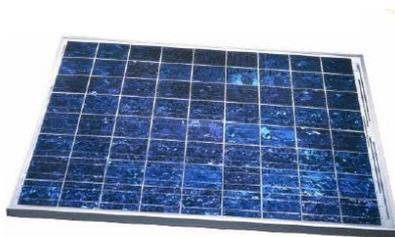
Il GSE, verificato che la documentazione rispetta le disposizioni del Decreto, assicura l'erogazione dell'incentivo entro 120 giorni dalla data di ricevimento della domanda, al netto dei tempi imputabili al soggetto responsabile.

Allo scopo di ridurre i tempi per il riconoscimento degli incentivi, l'invio della documentazione avverrà esclusivamente per via telematica.



### 3) COSTI DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Un **pannello fotovoltaico** costa circa **1.500 €** (più IVA al 10%). Gli impianti fotovoltaici però hanno dei costi "chiavi in mano" molto più alti a causa delle voci che incidono sul costo finale.



#### 3.1) voci del prezzo

Analizziamo le **voci** che contribuiscono a formare il **prezzo finale per kW** "chiavi in mano".

Prendiamo l'**esempio** di un impianto da **300 kW** venduto a 1.500.000 €, cioè a 5.000 €/kW.

Il costo dei **pannelli** inciderà per circa 1.500 a €/kW, ovvero per 450.000 €, cioè per circa il 30%.

L'**inverter** incide per circa 150.000 €, cioè per il 10%. Le **strutture** di supporto, i **quadri** e i **cavi**

incidono per un altro 15%. L'**installazione** e la **progettazione** per un altro 15%. Quindi il **ricavo**

**lordo** per l'installatore è del restante 30%, pari a circa 450.000 €, ma considerato che anche

l'installazione e la progettazione rappresentano un guadagno se effettuate in azienda, esso sale al

**45%**, cioè a 675.000 €. Inoltre, più è grande l'impianto e minore sarà la spesa per i **servizi**.

<i>Componente o servizio</i>	<i>Incidenza sul prezzo totale</i>
Pannelli solari	30%
Strutture, quadri e cavi	15%
Installazione e progettazione	15%
Inverter	10%

#### 3.1.1) componenti dell'impianto

**Pannelli fotovoltaici.** I moduli sono riconosciuti a livello internazionale come un prodotto di qualità. Progettati rispondendo alle normative (es: la normativa IC61215) e prodotti con materiali affidabili e robusti, sono composti da celle in silicio monocristallino o policristallino ad "elevata" efficienza di conversione.

**Inverter.** Gli inverter previsti - necessari per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dai pannelli - sono di potenza adeguata in funzione del progetto esecutivo, che solitamente viene redatto solo in seguito. Per gli impianti più grandi, può essere installato anche un sistema di monitoraggio remoto.

## Strutture di sostegno.

I moduli fotovoltaici vengono integrati architettonicamente (ad esempio, sul tetto, su una pensilina, su una serra, etc.) oppure fissati su un'apposita struttura (ad esempio, un opportuno supporto metallico nel caso di impianti a terra, di impianti sul tetto non integrati, etc...).

*Alcuni esempi di strutture di sostegno:*



**Quadri elettrici.** In ogni impianto fotovoltaico si prevede di installare i necessari quadri elettrici di protezione in "lato continua" e in "lato alternata" dell'impianto. Sono costituiti da interruttori, fusibili, scaricatori di tensione, etc.

**Cavi elettrici e cablaggio.** Il cablaggio elettrico del circuito avviene per mezzo di cavi con conduttori in rame a norma CEI20-13, CEI20-22 II e CEI20-37 I, marchiatura I.M.Q.

**Misuratori di energia.** I contatori dell'energia sono due: uno che misura l'energia totale prodotta dal sistema fotovoltaico (che dà diritto all'incentivo), e uno che misura la quantità di energia ceduta alla rete elettrica esterna.

**Altri:** il progetto dell'opera con dimensionamento dell'impianto, l'installazione, l'allaccio alla rete, il collaudo finale, la gestione delle pratiche.

### 3.2) costo dell'impianto

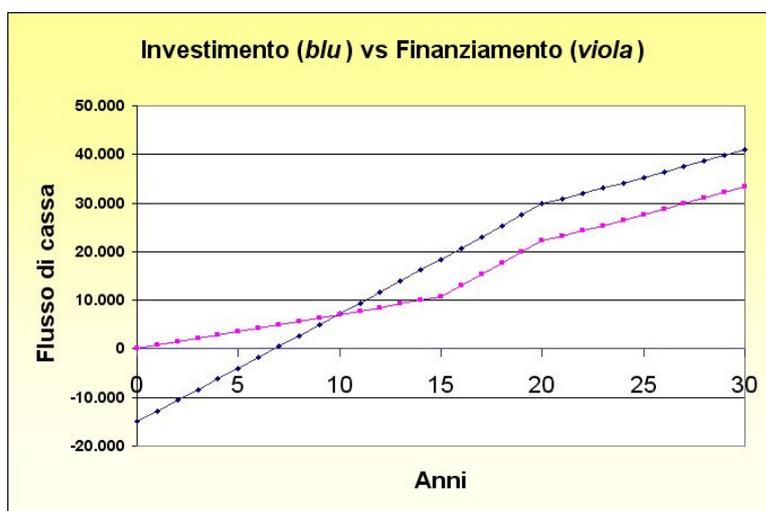
Il costo di un impianto fotovoltaico dipende da numerosi fattori, a cominciare dalla sua **taglia** e dal **tipo di pannelli** utilizzati. Per piccoli impianti residenziali, si ha un prezzo compreso fra 5.000 e 7.000 €/kW, ma questo scende tranquillamente sotto i 5.000 €/kW per impianti da **20 kW** e sotto i 4.500 €/kW per impianti di 50 o **100 kW**. Ancora più bassi i prezzi per i grandi impianti da **1 MW** o più. Tutti questi prezzi si intendono, per convenzione, **Iva del 10% esclusa**. I pannelli in silicio **monocristallino** (che occupano meno spazio) sono più costosi ma il loro rendimento è maggiore rispetto a quelli in **silicio policristallino**; quelli in **silicio amorfo** o film sottile (che occupano più spazio ma sono flessibili e adatti a superfici curve) sono meno costosi, a scapito però dell'efficienza di conversione della radiazione in energia.

### 3.3) costi di manutenzione e assicurazione

I costi per la gestione di un impianto fotovoltaico riguardano essenzialmente la **manutenzione ordinaria e l'assicurazione** per 20 anni, che complessivamente incidono per circa **40 €** l'anno per kW, in modo abbastanza indipendente dalla taglia. Gli impianti fotovoltaici, infatti, non avendo parti meccaniche non richiedono una grande manutenzione, che per lo più si limita a un controllo e ad una **pulizia periodica** della superficie dei pannelli dalla sporcizia che vi si deposita. L'assicurazione all-risk solitamente copre da furto, atti di vandalismo, fenomeni atmosferici, sovratensioni elettriche, mancata produttività dell'impianto. In un impianto di grande taglia possono tuttavia esservi dei costi aggiuntivi annuali legati al **monitoraggio remoto** dello stesso.

### 3.4) impianto a costo zero

Gli incentivi statali legati al Conto Energia per il fotovoltaico e il guadagno derivante dall'autoconsumo o dalla vendita dell'energia prodotta **superano** le rate del finanziamento bancario necessario per realizzare un impianto fotovoltaico, e dunque possono essere usati per pagare le rate in questione. Pertanto, è possibile considerare un impianto fotovoltaico un investimento a **costo zero**. Tecnicamente, i contributi statali vengono concessi dopo la realizzazione dell'impianto. In conclusione, è possibile installare un impianto fotovoltaico senza sostenere alcuna spesa iniziale e guadagnare **fin dal primo anno**. Nel caso in cui si realizzi l'impianto utilizzando capitali propri, il **tempo di rientro** dell'investimento - cioè l'arco di tempo in cui l'impianto si ripaga - dipende da numerosi fattori, ma mediamente è di 8-9 anni, e può essere anche parecchio inferiore (fino a circa 6 anni) se l'energia viene **autoconsumata** (*scambio sul posto*) o se l'impianto è di grande taglia.



#### 4) ESEMPIO DI IMPIANTO: REDDITIVITÀ 2010 E 2011 A CONFRONTO

Di seguito si è proceduto, dopo le opportune precisazioni e ipotesi iniziali di natura tecnico-economica, all'analisi mirata a mantenere inalterata la redditività dell'investimento 2010 e 2011, attraverso il confronto di indici economici, valutando i cambiamenti prodotti dalla variazione delle condizioni incentivanti dei diversi conti energia.

#### TARIFFE CONTO ENERGIA 2010

		Non	Parzialmente	Integrato
		Integrato (€/kWh)	Integrato (€/kWh)	Architettonicamente (€/kWh)
Potenza impianto	< 3 kW	0,384	0,422	0,470
	3÷20 kW	0,365	0,403	0,442
	>20 kW	0,346	0,384	0,422

#### TARIFFE CONTO ENERGIA 2011

Intervallo di potenza	TARIFFA CORRISPONDENTE					
	A)		B)		C)	
	Impianti entrati in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2010 ed entro il 30 aprile 2011		Impianti entrati in esercizio in data successiva al 30 aprile 2011 ed entro il 31 agosto 2011		Impianti entrati in esercizio in data successiva al 31 agosto 2011 ed entro il 31 dicembre 2011	
	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	altri impianti fotovoltaici	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	altri impianti fotovoltaici	Impianti fotovoltaici realizzati sugli edifici	altri impianti fotovoltaici
[kW]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]
1≤P≤3	0,402	0,362	0,391	0,347	0,380	0,333
3<P≤20	0,377	0,339	0,360	0,322	0,342	0,304
20<P≤200	0,358	0,321	0,341	0,309	0,323	0,285
200<P≤1000	0,355	0,314	0,335	0,303	0,314	0,266
1000 <P≤5000	0,351	0,313	0,327	0,289	0,302	0,264
P>5000	0,333	0,297	0,311	0,275	0,287	0,251

#### TARIFFE CESSIONE

	Tariffe di cessione in rete (€/MWh)	
	Energia immessa	
< 500 MWh	101.80	
500÷1000 MWh	85.80	
1000÷2000 MWh	75.00	

## ESEMPIO CALCOLO RENDIMENTO 2010 CON IMPIANTO DA 300kWp

ipotesi: tipologia "impianto non integrato"; entrato in esercizio entro 31/12/2010

### Parametri tecnico-economici

Potenza nominale	MW	0,300
<b>Costo di capitale</b>	<b>€/MW</b>	<b>4.500.000,00</b>
load factor	% di 8760	15%
ore di funzionamento equivalente	unità/a	1.314
costo O&M al €/MW	€/MW	46.000,00
<b>rapporto del costo esercizio e manutenzione sul capitale</b>	<b>%</b>	<b>1,02%</b>
Costo inverter	€/MW	400.000,00
Anno sostituzione inverter	t	13
Costo manutenzione straordinaria inverter	€	120.000,00
WACC (costo medio ponderato del capitale)	%	7,00%
Periodo di ammortamento	unità/a	20
Periodo da investimento a esercizio impianto	unità/a	1
Valore residuo a fine vita	€	0
<b>Costo totale investimento</b>	<b>€</b>	<b>1.350.000,00</b>
Costo totale O&M	€	13.800,00

### Calcolo Produzione (MWh)

<i>Periodo attualizzazione</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Anni</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>
MW		0,300	0,300
H		1.314	1.314
MWh		394,20	394,20
Produzione attualizzata		368,41	344,31

### Calcolo Costo attualizzato (€/MWh)

K (costo capitale) e O&M (€)	1.350.000,00	13.800,00	13.800,00
costo attualizzato (€)	1.350.000,00	12.897,20	12.053,45
O&M Cost attualizzato(€/MWh)	46,93		
rapporto del costo esercizio e manutenzione sul totale	12,68%		
Total Cost attualizzato (€/MWh)	370,19		

### Costo medio annuo equivalente (CAE) (€/MWh)

Levelised Capital Cost (costo attualizzato en. elet.)	370,19
	323,26

### Calcolo ricavi con incentivi finanziaria (€/MWh)

Feed in tariff (conto energia 2010) (€/MWh)	346,00	346,00
Cessione al mercato (prezzo costante)	101,80	101,80
Ricavi totali annui	176.522,76	176.522,76
Ricavi attualizzati	164.974,54	154.181,82

### Ricavo annuo equivalente (RAE) (€/MWh)

447,8

### RAE-CAE (€/MWh)

77,61

### Tasso interno di rendimento (TIR)

10%

costo / flussi generati	- 1.350.000,00	162.722,76	162.722,76
-------------------------	----------------	------------	------------

### Valore attuale netto (VAN)

€ 1.350.000,00

## ESEMPIO CALCOLO RENDIMENTO 2011 CON IMPIANTO DA 300kWp

ipotesi: tipologia "altri impianti fotovoltaici"; connessione effettuata entro 30/04/2011

### Parametri tecnico-economici

Potenza nominale	MW	0,300
<b>Costo di capitale</b>	<b>€/MW</b>	<b>4.150.000,00</b>
load factor	% di 8760	15%
ore di funzionamento equivalente	unità/a	1.314
costo O&M al €/MW	€/MW	46.000,00
rapporto del costo esercizio e manutenzione sul capitale	%	1,11%
Costo inverter	€/MW	400.000,00
Anno sostituzione inverter	t	13
Costo manutenzione straordinaria inverter	€	120.000,00
WACC (costo medio ponderato del capitale)	%	7,00%
Periodo di ammortamento	unità/a	20
Periodo da investimento a esercizio impianto	unità/a	1
Valore residuo a fine vita	€	0
<b>Costo totale investimento</b>	<b>€</b>	<b>1.245.000,00</b>
Costo totale O&M	€	13.800,00

### Calcolo Produzione (MWh)

Periodo attualizzazione	0	1	2
Anni	2011	2012	2013
MW		0,300	0,300
H		1.314	1.314
MWh		394,20	394,20
Produzione attualizzata		368,41	344,31

### Calcolo Costo attualizzato (€/MWh)

K (costo capitale) e O&M (€)	1.245.000,00	13.800,00	13.800,00
costo attualizzato (€)	1.245.000,00	12.897,20	12.053,45
O&M Cost attualizzato(€/MWh)	46,93		
rapporto del costo esercizio e manutenzione sul totale	13,60%		
Total Cost attualizzato (€/MWh)	345,05		

### Costo medio annuo equivalente (CAE) (€/MWh)

Levelised Capital Cost (costo attualizzato en. elet.)	298,12
<b>Costo medio annuo equivalente (CAE) (€/MWh)</b>	<b>345,05</b>

### Calcolo ricavi con incentivi finanziaria (€/MWh)

Feed in tariff (conto energia 2011) (€/MWh)	314,00	314,00
Cessione al mercato (prezzo costante)	101,80	101,80
Ricavi totali annui	163.908,36	163.908,36
Ricavi attualizzati	153.185,38	143.163,91

### Ricavo annuo equivalente (RAE) (€/MWh)

415,8

### RAE-CAE (€/MWh)

70,75

### Tasso interno di rendimento (TIR)

10%

costo / flussi generati	-	1.245.000,00	150.108,36	150.108,36
-------------------------	---	--------------	------------	------------

### Valore attuale netto (VAN)

€ 1.245.000,00

#### 4.1) Analisi e Commenti

Si noti che per semplicità sono stati omessi i valori calcolati dopo il secondo anno;

Lo scopo di questa analisi, come già detto, è trovare i costi che nel 2011 mi danno la stessa redditività del 2010 essendo però variate le condizioni di incentivo e di conseguenza i prezzi.

Si può notare che, a parità di TIR, valutando due tipi di impianto più simili possibile tra loro per caratteristiche, è evidente una disparità di costo d'investimento che mi permette di mantenere inalterata la redditività.

In generale la distribuzione delle varie voci di costo dipende dalla potenza dell'impianto: più è piccolo e maggiore sarà il peso dei servizi (installazione e progettazione) e minore quello dei moduli, più è grande e maggiore sarà invece il peso dei moduli.

La voce di costo più rilevante nel preventivo per la realizzazione di un impianto solare è certamente costituita dal **costo di acquisto dei moduli fotovoltaici** che incidono sul totale per il **50-70%** (a seconda della potenza). Da evidenziare il fatto che i moduli fotovoltaici sono la componente più longeva di un impianto, in quanto progettati e realizzati in modo da produrre energia elettrica per oltre 50 anni (alcuni ricercatori sostengono che possano "lavorare" per oltre 100 anni).

La **progettazione** e l'**installazione**, insieme, vanno dal 15% per gli impianti più piccoli a circa il 5% per gli impianti di grande potenza.

Queste voci sono molto rilevanti ai fini di un buon rendimento dell'impianto e della sua durata nel tempo: un impianto dimensionato e realizzato correttamente permette infatti di produrre una quantità maggiore di energia e, quindi, porta ad una riduzione dei tempi di ritorno dell'investimento sostenuto, nonché a un aumento del tasso interno di rendimento dell'investimento stesso.

Le rimanenti voci di costo sono sempre sotto il 10%. In particolare, l'**inverter** vale al massimo il 10% del costo totale dell'impianto per potenze inferiori ai 20 kWp, per scendere gradualmente fino a un 7% nel caso di impianti da 1 MWp.

Le **strutture di supporto dei moduli** variano invece dall'8% al 9% a seconda della taglia del sistema. Numeri analoghi si registrano per **cavi e quadri**.

Ecco che allora la nostra attenzione, dopo questa premessa, v'è al costo di **capitale** che, come evidenziato, nel **2010** è di **€ 4.500.000,00** per un totale **investimento** di **€ 1.350.000,00**; mentre nel **2011**, per far sì che il tasso interno di rendimento sia lo stesso (cioè **TIR=10%**), per le nuove condizioni di incentivazione date dal **Nuovo Conto Energia** dovrà avere: **capitale** di **€ 4.150.000,00** per un totale **investimento** di **€ 1.245.000,00**. Si viene perciò a creare una differenza di **€ 350.000,00** di **capitale** e **€ 105.000,00** di **investimento totale** che necessita di esser risparmiata per eguagliare il rendimento.

Nel caso in esame noto alcune significative **differenze** tra il 2010 e il 2011:

-il costo medio annuo equivalente è passato (CAE): da 370.19 a 345.05

-il ricavo annuo equivalente (RAE): da 447.80 a 415.80

-di conseguenza RAE-CAE: da 77.61 a 70.75

-si noti anche il rapporto del costo esercizio e manutenzione sul capitale: da 1.02% a 1.11%

-Levelised Capital Cost (costo attualizzato en. elet.): da 323.26 a 298.12

Noto, a causa delle tariffe meno generose, una diminuzione di ricavi-costi per 6.86(€/MWh)

Le risorse quindi, che sono maggiormente impegnate nell'acquisto dei moduli, dovranno essere ben distribuite e si dovranno operare delle scelte ponderate per cercare di diminuire i costi di acquisto, tenendo presente e valutando che il minor costo non deve andar ad incidere sull'efficienza dell'impianto altrimenti si potrebbe andar incontro ad una riduzione della produzione di energia elettrica (quindi minori guadagni) e della vita utile dell'impianto stesso.

Fermo restando il criterio dell'efficienza dei pannelli che sappiamo diversa a seconda della tipologia, si potrebbe valutare la possibilità, a seconda della situazione di adottare moduli diversi: ad esempio, avendo spazi adeguati a disposizione si potrebbe optare per un modulo al silicio policristallino, questo avrà rendimento minore (11-14%) di un modulo al silicio monocristallino (15-18%) ma anche il costo d'acquisto sarà più basso; oppure, con il silicio amorfo (rendimento 4-10%) si potrebbero rivestire superfici più ampie (ad esempio edifici) grazie alla possibilità di funzionamento anche in presenza di radiazione diffusa, con un notevole decremento dei costi derivati dall'adozione di questa tipologia.

Da una successiva analisi è stato appreso però che sarà opportuno puntare sul **progresso tecnologico** e la diminuzioni del **costo dei moduli** dato che questi incidono ancora oggi per circa il 50% del totale (valutando anche l'acquisto su altri mercati) per pareggiare il rendimento e colmare quindi il deficit, causato da un più basso incentivo, con un minor esborso di capitale.

## 4.2) studio e andamento del costo dei moduli

Kristalline Module  
aus China



Kristalline Module  
aus Europa



Noto il confronto tra i moduli fotovoltaici in Cina e in Europa: nel giugno 2010 il prezzo €/Wp per il prodotto cinese era circa 1.60, mentre in Europa circa 1.95 con un notevole risparmio nei grandi quantitativi; ammettendo che la fabbricazione a basso costo non sia però indice di minor efficienza altrimenti il confronto dovrebbe tenerne conto.

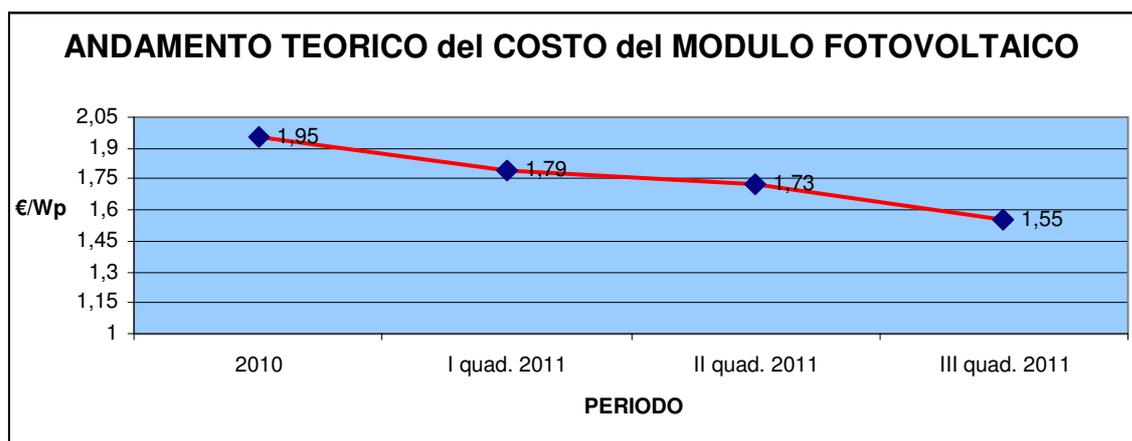
Visibile è comunque, considerando l'Europa, la diminuzione del prezzo dei moduli, che da giugno 2009 a giugno 2010 è passato rispettivamente da circa 2.55 a 1.95 €/Wp delineando una prospettiva futura dei prezzi in netta discesa anche se il trend, come indicato, sembra essersi stabilizzato.

Tenendo conto quindi della diminuzione degli incentivi ma dell'aumento del progresso tecnologico che permetterà la riduzione dei costi e l'accessibilità a metodi innovativi; possiamo ancora dire che la risorsa fotovoltaica è una buona fonte di reddito che contribuisce sia all'ambiente che al portafoglio; almeno finché le condizioni rimarranno così favorevoli.

Concludendo, la riduzione dei costi è fondamentale per mantenere inalterata la redditività negli anni se cambiano le condizioni di incentivazione, perciò è necessario che il mercato dei componenti riduca sempre più negli anni la sua incidenza lasciando spazio al guadagno.

Prendendo come riferimento le condizioni incentivanti date dal nuovo conto energia, è possibile andar a vedere come dovrebbe variare teoricamente l'andamento del prezzo dei moduli nel 2011 per far sì che la redditività rimanga inalterata rispetto al 2010 al variare delle tariffe.

Ecco allora che, in riferimento all'esempio del nostro impianto, prendiamo per **fisso il TIR=10%** e andiamo a valutare l'andamento teorico che dovrebbe avere il costo dei moduli nel mercato europeo partendo dal costo del 2010 pari a circa 1.95€/Wp affinché appunto il TIR non vari:



Sappiamo che a seconda del periodo, la tariffa incentivante per questa tipologia di impianto passa da 346€/MWh del 2010 a 314€/MWh per il I quadrimestre 2011, 303€/MWh per il II quad. e 266€/MWh per il III quad. Per sostenere quindi la rendita economica attuale, il costo dei pannelli dovrebbe passare da circa 1.95€/Wp del 2010 a circa 1.79€/Wp per il I quadrimestre 2011, circa 1.73€/Wp per il II quad. e circa 1.55€/Wp per il III quad.

Visto l'andamento, l'investitore potrebbe non preoccuparsi della diminuzione delle tariffe incentivanti perché sarebbe in grado comunque di ricevere una rendita ma ad oggi l'aumento vertiginoso di domanda di pannelli solari sta portando alla saturazione del mercato: i produttori non riescono ad evadere gli ordini e ciò sta' causando, come succede per il petrolio, un aumento sensibile del prezzo anziché una diminuzione proprio per la grande richiesta del mercato attuale.

Molte quindi sono le variabili in gioco da tenere in considerazione e di queste tante provengono da fattori esterni; ecco che la strada più semplice da percorrere sembra quella dell'acquisto della materia prima in mercati stranieri cercando di risparmiare ma tenendo ben presente il criterio dell'efficienza che non deve diminuire, bensì crescere con il **progresso tecnologico**; ed è proprio il progresso tecnologico l'elemento fondamentale su cui puntare per far sì che gli impianti siano auto sostenibili, così anche in assenza di incentivi sarà possibile affrontare l'investimento con un guadagno certo, indipendente dalla variabilità delle condizioni esterne al sistema fotovoltaico.

## 5) ESEMPIO DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO INDUSTRIALE: GUADAGNO

Questo tipo di impianto fotovoltaico (che è completamente A COSTO ZERO grazie agli incentivi statali applicabili agli impianti) ha per definizione una **potenza maggiore di 20 kW<sub>p</sub>**, e può essere pertanto considerato una vera e propria "centrale fotovoltaica". Viene di solito realizzato da aziende, da imprenditori o da investitori interessati a produrre energia elettrica per la ben remunerata *vendita in rete* e/o, in misura più o meno rilevante, per l'*autoconsumo*, ricavando in entrambi i casi un notevolissimo guadagno.

Nel caso in cui interessi principalmente la vendita in rete dell'energia prodotta per ottenere il **massimo profitto**, si cerca di sfruttare **tutta la superficie disponibile** per realizzare un impianto della massima potenza possibile.

E' necessario conoscere:

La **località** nella quale installare l'impianto (potendo acquisire i dati dell'irraggiamento solare dalle apposite tabelle unificate);

Il **consumo annuo** di elettricità dell'utente che commissiona l'impianto, o "soggetto responsabile" (azienda, imprenditore, o investitore che sia), trascurabile se si tratta di una "cessione pura";

L'**orientamento e l'inclinazione** dei pannelli, possibilmente collocati in **posizione ideale** dal punto di vista dell'irraggiamento solare (ad esempio per la provincia di Padova, il valore medio annuale su una superficie orizzontale è di circa 1400 kWh), e cioè rivolti verso Sud e con un'inclinazione di circa 30° rispetto all'orizzontale;

La **superficie disponibile** sul tetto (o sul terreno o con altre soluzioni architettoniche *ad hoc*) così che l'impianto sia **dimensionato** in modo da sfruttarne la maggior parte possibile, compatibilmente con la scelta progettuale della dimensione e tipologia dello stesso;

Il **rendimento** nominale dei moduli (ricavabile dai dati del costruttore a seconda della tecnologia utilizzata) la loro superficie unitaria, il rendimento di conversione (bisogna tener conto dell'incidenza delle perdite e trasformazione DC-AC).

Ecco, allora, come si determina la potenza dell'impianto che massimizza il guadagno e come si quantifica concretamente quest'ultimo in base ai parametri appena indicati:

### 5.1) dimensionamento impianto

Consiste nel determinare la superficie necessaria data una certa potenza massima (ad es. 200kWp) che si vuole installare: ad esempio se prendiamo dei moduli in silicio monocristallino (un po' più costosi ma occupano meno spazio a parità di potenza e hanno un rendimento più alto) da 280Wp che occupano una superficie unitaria di 1.98mq; allora dovremmo installare  $200\text{kWp} : 280\text{Wp} = 714$  moduli; occupando una superficie di  $1.98 \times 714$  circa 1500mq (facendo attenzione a prevedere opportuni spazi intorno ai pannelli).

Stimando poi una spesa di 5000€/kWp, il costo complessivo dell'impianto sarà di circa 1.000.000€.

### 5.2) guadagno con l'incentivo del conto energia

Consiste nel quantificare esattamente l'entità, in termini monetari, dell'incentivo statale noto come conto energia. Quest'ultimo ricompensa (per 20 anni) per l'energia prodotta dall'impianto, indipendentemente dall'uso. La tariffa (2010) corrisposta per un impianto fotovoltaico ad es. *non integrato*, di potenza pari a 200 kW<sub>p</sub>, è 0,346 €/kWh. Poiché l'energia annua prodotta nel Nord Italia da un impianto di 200 kW<sub>p</sub> è di circa (200 kW<sub>p</sub> x 1300 kWh =) 260000 kWh, si avrà (0,346 €/kWh x 260000 kWh/anno =) **89960 € l'anno**, per un totale attualizzato di circa 1.323.296 € in 20 anni.

### 5.3) guadagno dalla vendita con ritiro dedicato

Si tratta di determinare il guadagno derivante dalla vendita al GSE dell'energia prodotta, reso possibile in forma semplice dal meccanismo cosiddetto del "ritiro dedicato", nell'ambito di quello più generale della cessione in rete che non ha limiti temporali. Il GSE riconosce al produttore, per ciascuna ora, il **prezzo di mercato** riferito alla zona in cui è collocato l'impianto, con un **prezzo minimo garantito**, per l'anno 2010, di 0,1018 €/kWh (fino a 500.000 kWh) e via via più basso per gli scaglioni superiori. Quindi, possiamo calcolare un guadagno minimo pari a (0,1018 €/kWh x 260.000 kWh =) **26468 € l'anno**, per un totale attualizzato di circa 389.339 € in 20 anni.

<b>Scaglioni energia annua prodotta</b>	<b>0-500.000 kWh</b>	<b>500.000- 1.000.000 kWh</b>	<b>1.000.000- 2.000.000 kWh</b>
<b>Prezzo (€/kWh)</b>	0,1018	0,0858	0,075

#### 5.4) costo impianto e finanziamento

Il costo di un impianto di buona qualità di questa taglia in Italia non supera comunque **1.300.000 €** IVA 10% esclusa (comprensivi delle spese per l'installazione, l'inverter e le pratiche burocratiche), a seconda dei componenti utilizzati e di una serie di altri fattori. Tale spesa può essere coperta al 100% con un finanziamento pluriennale grazie agli accordi tra il GSE e gli Istituti bancari.

#### 5.5) guadagno e rendimento minimo garantito

Il beneficio economico totale derivante dall'impianto fotovoltaico grazie al Conto Energia e all'autoconsumo risulta pari, in 20 anni, a **(1.323.296 + 389.339 =) 1.712.635 € attualizzati**. Poiché per definizione *Guadagno = Benefici economici - Spesa*, si vede che il **guadagno netto attualizzato in 20 anni** è pari a ben **(1.712.635 - 653.335 =) 1.059.300 €**. Ciò vuol dire non solo che l'impianto si ripaga nel giro di pochi anni, ma soprattutto che il "capitale iniziale" (se lo vedo come un investimento, ma per importi fino a 500.000 € l'impianto è pagato dalle banche grazie all'accordo con il GSE!) è aumentato, essendosi moltiplicato per **(1.712.635€ : 653.335€ =) 2.6** volte in 20 anni.

#### 5.6) stima guadagno primi 20 anni

In realtà il guadagno stimabile è maggiore di quello appena calcolato, in quanto non si è tenuto conto che il costo reale dell'energia (stimato) in bolletta aumenta in media del **1% l'anno**. Il guadagno derivante da questo ulteriore risparmio si traduce in circa **1000 € per kWp** in 20 anni. Poiché il nostro impianto è di 200 kWp, si tratta di altri **(200 x 1000 =) 200.000 €**, che portano il beneficio economico totale **attualizzato** nei primi 20 anni a **(1.712.635 + 100.513 =) 1.813.148€**, cioè per il "capitale iniziale" si può stimare un aumento in 20 anni **attualizzato** di circa **(1813148 € : 653.335€ =) 2.7** volte in 20 anni.

### 5.7) oltre i 20 anni

L'impianto **conserva un suo valore** stimabile in minimo un terzo del valore d'acquisto (cioè pari a circa 330.000 € nel caso inizialmente considerato); dopo i primi 20 anni si continua a guadagnare circa 26.468 € l'anno dalla vendita dell'energia prodotta, per cui **dopo altri 20 anni attualizzando** altri **195.669 €** (più i 50515 € attualizzati derivanti dall'aumento del costo dell'energia stimato del 1% annuo), vale a dire un guadagno totale pari a  $(195.669 + 50515 =)$  **246.184 € (attualizzati)**.

### 5.8) dopo 40 anni

In conclusione, **dopo 40 anni** attualizzando, il beneficio economico totale è di **(1.813.148+ 246.184 =) 2.059.332 €**, e **il capitale iniziale è aumentato** di circa  $(2.059.332 € : 653.335€ =)$  3 volte! Da ciò si può capire perché il fotovoltaico sta conoscendo un "boom" notevole in Italia, con investitori a caccia di terreni per installarvi pannelli. Secondo uno studio del Politecnico di Milano, come visto inizialmente, il rendimento di questo investimento è infatti di **circa il 10%**, ben maggiore del misero 1% garantito dai BOT, con la differenza che volendo il capitale iniziale lo mette la banca!

### 5.9) rendita mensile

Con la formula del finanziamento bancario garantito dal GSE, si ha una **rendita fissa** mensile, ovviamente, più la potenza (e l'energia prodotta) dell'impianto fotovoltaico è grande, e maggiore sarà la rendita; tutto ciò grazie al Protocollo di Kyoto sulla riduzione delle emissioni di anidride carbonica, che ha costretto i Governi europei a introdurre incentivi per trarre **il 20%** della propria energia **da fonti rinnovabili entro il 2020**.

### 5.10) autoconsumo parziale

Nel caso in cui vi sia un **parziale autoconsumo** dell'energia prodotta, il **guadagno** totale netto è **leggermente maggiore** rispetto a quello della vendita totale (cioè autoconsumo = zero) poiché l'energia elettrica di cui si è risparmiato l'acquisto vale circa 0,18 €/kWh, mentre l'energia da noi venduta rende solo 0,1018 €/kWh (o poco più) con il ritiro dedicato. Inoltre, nel nostro regime di cessione in rete, se si autoconsuma almeno il 70% dell'energia prodotta, le tariffe del Conto Energia **sono aumentate del 5%**. **In pratica**, affinché convenga il regime di cessione in rete, occorre che l'impianto sia sovradimensionato almeno del 40% rispetto al proprio fabbisogno.

### 5.11) in futuro

Il **conto energia** come lo conosciamo oggi **finirà** al raggiungimento della soglia fissata come obiettivo di questa forma di incentivo, che è di **8000 MW** installati entro il 2020. A causa del boom che sta avendo il fotovoltaico in Italia e nel mondo, tale soglia verrà senz'altro raggiunta, **nel caso di grossi impianti**, occorre che i lavori di realizzazione inizino prima possibile per poter riuscire in pratica a usufruire dei vantaggi attuali che con gli anni andranno a diminuire.

Nel caso in cui non ci fossero gli incentivi infatti, andando a calcolare il tempo di ritorno dell'investimento (senza tener conto del tasso di sconto e considerando il prezzo a 0,18€/kWh) avremo:

$$1000000€ : (260000kWh \times 0,18€/kWh) = 22 \text{ anni}$$

La durata di vita dell'impianto può comunque superare i 30 anni (anche se il costruttore solitamente garantisce i moduli per 25 anni), tuttavia il rendimento cala nel tempo tra il 20 e il 30% perciò tale valore, considerando le molteplici variabili in gioco, non è confrontabile.

Pertanto, almeno per il momento, l'investimento fotovoltaico, senza incentivi non sarebbe conveniente perché non remunerativo!

Il progresso tecnologico e la ricerca innovativa si auspica, dovrebbero portare all'auto sostenibilità della risorsa così da farla diventare rilevante ai fini economici e di produzione di energia elettrica "pulita". Il traguardo finale sarebbe quello di raggiungere la "grid parity" ottenendo il costo di produzione dell'impianto pari al costo che pagherei in bolletta.

## 6) ESEMPIO DI IMPIANTO 200kWp SU TETTO: GUADAGNO

Quanto si guadagna con un impianto fotovoltaico industriale da 200 kW su tetto **oggi**?

Esempio: **Potenza nominale:** 200 kWp; **Utilizzo dell'energia:** autoconsumo 100%; **Tipo di installazione:** impianto parzialmente integrato; **Struttura di sostegno:** Tetto; **Regime contrattuale GSE:** Scambio sul posto; **Costo energia pagato:** 0,22 €/kWh; **Collocazione geografica:** Italia centrale; **Esposizione:** ideale, verso Sud con 30° di inclinazione dei pannelli; **Durata finanziamento:** 15 anni; **Tasso annuo finanziamento bancario:** 6%; **Costo unitario impianto:** 4.200 €/kWp Iva 10% esclusa.

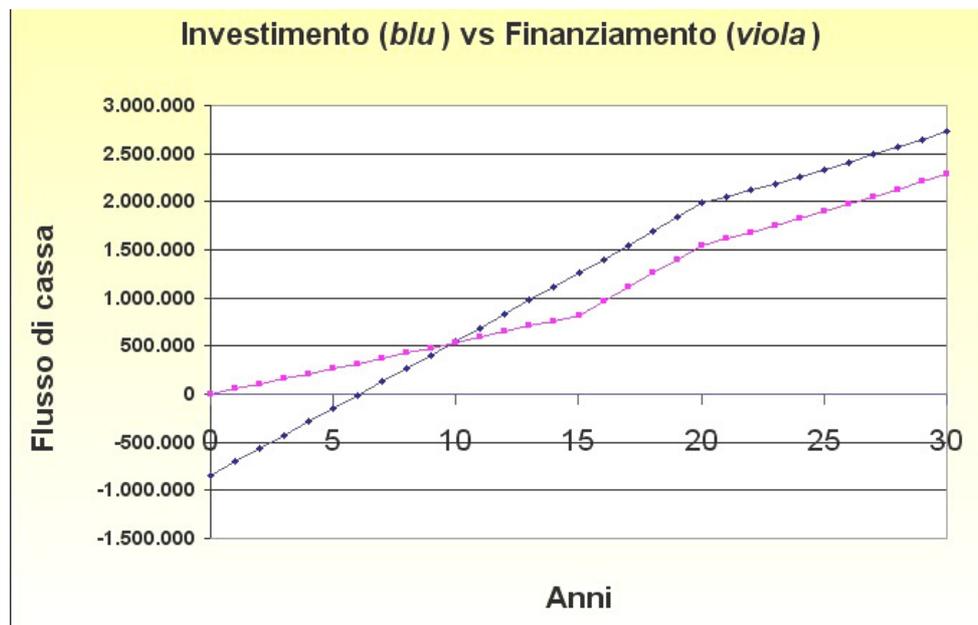
### 6.1) analisi tecnico-economica

Un impianto fotovoltaico industriale da 200 kW permette di ricavare un buon guadagno grazie all'**autoconsumo** dell'energia. Di conseguenza, il **tempo di rientro** è particolarmente basso per il Centro Italia nel caso un soggetto realizzi l'impianto utilizzando il capitale proprio. Nel caso del **Nord Italia**, si consideri un guadagno di circa il **20% minore** a causa della minore insolazione e, nel caso del Sud Italia, di circa il 20% maggiore.

in sintesi:

<i>Impianto PV</i>		<i>Conto Energia</i>	
<b>Potenza</b>	200 kWp	<b>Incentivo produzione</b>	0,384 €/kWh
<b>Energia prodotta</b>	240.000 kWh/anno	<b>Acquisto energia</b>	0,22 €/kWh
<b>Energia auto consumata</b>	100%	<b>Vendita energia</b>	---
<i>Caso 1: Investimento</i>		<i>Caso 2: Finanziamento</i>	
<b>Capitale necessario</b>	840.000 netto Iva	<b>Durata</b>	15 anni
<b>Tempo di rientro</b>	6,0 anni	<b>Tasso</b>	6%

Confronto fra il caso dell'**investimento** con capitale proprio ed il caso di impianto realizzato con un **finanziamento**:



Anno	Energia Prodotta <sup>(1)</sup>	Risparmio Consumo di energia <sup>(2)</sup>	Ricavo da Tariffa Incentivante del GSE	Costi <sup>(3)</sup>	Flusso di cassa con investimento	Rata annuale mutuo <sup>(4)</sup>	Flusso di cassa con finanziamento
	[kWh]	€	€	€	€	€	€
0	0	0	0	0	-840.000	0	0
1	240.000	52.800	92.160	-7.600	-702.640	-85056	52.304
2	238.560	53.856	91.607	-7.676	-565.001	-85056	104.887
3	237.129	54.933	91.057	-7.753	-427.066	-85056	157.766
4	235.706	56.032	90.511	-7.830	-288.814	-85056	210.962
5	234.292	57.152	89.968	-7.909	-150.227	-85056	264.493
6	232.886	58.295	89.428	-7.988	-11.285	-85056	318.379
7	231.489	59.461	88.892	-8.068	128.031	-85056	372.639
8	230.100	60.651	88.358	-8.148	267.742	-85056	427.294
9	228.719	61.864	87.828	-8.230	407.868	-85056	482.364
10	227.347	63.101	87.301	-8.312	548.429	-85056	537.869
11	225.983	64.363	86.777	-8.395	689.447	-85056	593.831
12	224.627	65.650	86.257	-8.479	830.942	-85056	650.270
13	223.279	66.963	85.739	-8.564	972.937	-85056	707.209
14	221.939	68.302	85.225	-8.650	1.115.452	-85056	764.668
15	220.608	69.668	84.713	-8.736	1.258.511	-85056	822.671
16	219.284	71.062	84.205	-8.823	1.402.136	0	966.296
17	217.968	72.483	83.700	-8.912	1.546.349	0	1.110.509
18	216.661	73.933	83.198	-9.001	1.691.175	0	1.255.335
19	215.361	75.411	82.698	-9.091	1.836.636	0	1.400.796
20	214.068	76.920	82.202	-9.182	1.982.757	0	1.546.917
21	212.784	78.458	0	-9.273	2.047.853	0	1.612.013
22	211.507	80.027	0	-5.564	2.117.950	0	1.682.110
23	210.238	81.628	0	-5.620	2.189.307	0	1.753.467
24	208.977	83.260	0	-5.676	2.261.945	0	1.826.105
25	207.723	84.925	0	-5.733	2.335.889	0	1.900.049
26	206.477	86.624	0	-5.790	2.411.163	0	1.975.323
27	205.238	88.356	0	-5.848	2.487.790	0	2.051.950
28	204.006	90.124	0	-5.906	2.565.796	0	2.129.956
29	202.782	91.926	0	-5.965	2.645.206	0	2.209.366
30	201.566	93.765	0	-6.025	2.726.045	0	2.290.205
<b>TOT.</b>	<b>6.607.301</b>	<b>2.141.995</b>	<b>1.741.825</b>	<b>-228.745</b>	<b>2.726.045</b>	<b>-1.275.840</b>	<b>2.290.205</b>

## 6.2) commenti

Nel caso appena esaminato si può notare subito dal grafico che i flussi di cassa sono positivi fin dall'inizio con il finanziamento (viola), infatti il proprietario dell' impianto affidatosi a questa soluzione, non sborsa alcuna somma iniziale e comincia quindi fin da subito a guadagnare.

A prima vista perciò sembrerebbe più conveniente la forma di finanziamento, ma un'analisi più in là nel tempo ci permette di individuare un punto in cui le linee si intersecano e infine la linea che rappresenta l'investimento (blu), supera addirittura la linea del finanziamento.

A questo punto notiamo che, a fronte di un investimento iniziale che mi porta in negativo il flusso di cassa, avendo disponibilità finanziarie proprie in grado di poter sopportare la spesa, converrebbe impegnare direttamente le proprie risorse perché dopo il decimo anno ci sarà il sorpasso del guadagno ottenuto rispetto al finanziamento e con il passare degli anni, oltre a non dover pagare rate di finanziamento, il gap di guadagno sarà sempre maggiore (nel nostro esempio circa 550.000 € a 30 anni).

La formula di finanziamento premia i soggetti che o non hanno immediate disponibilità finanziarie oppure non intendono impiegare capitale proprio, decidono così di affidarsi alle banche (soprattutto in caso di grosse somme) e pagare una rata che di fatto non va a gravare sul patrimonio del soggetto ma viene ampiamente compensata dalla remunerazione prodotta dall'impianto.

Anche se nel tempo meno remunerativo, questo metodo sembra attualmente il più comodo per affrontare la spesa dell'impianto fotovoltaico.

## 7) ESEMPIO DI IMPIANTO 1000kWp A TERRA: GUADAGNO

Quanto si guadagna con un grande impianto fotovoltaico da 1 MW a terra **oggi**? caso di un impianto con le seguenti caratteristiche: **Potenza nominale:** 1 MWp; **Utilizzo dell'energia:** vendita 100%; **Tipo di installazione:** impianto non integrato; **Struttura di sostegno:** A terra; **Regime contrattuale GSE:** Cessione in rete; **Prezzo vendita energia:** 0,10 €/kWh fino a 500.000 kWh; **Collocazione geografica:** Italia centrale; **Esposizione:** ideale, verso Sud con 30° di inclinazione dei pannelli; **Durata finanziamento:** 15 anni; **Tasso annuo finanziamento bancario:** 6%; **Costo unitario impianto:** 4.000 €/kWp Iva 10% esclusa.

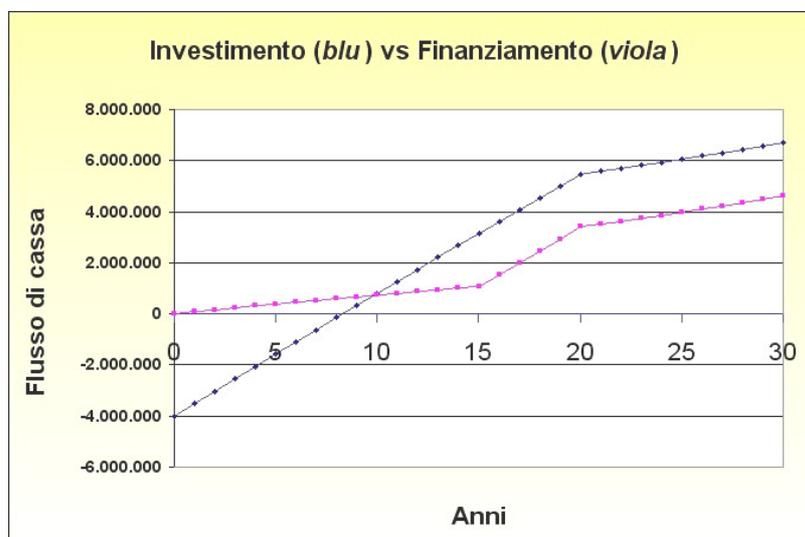
### 7.1) analisi tecnico-economica

Un grande impianto fotovoltaico da 1 MW permette di ricavare un buon guadagno grazie alla **vendita** dell'energia tramite "ritiro dedicato". Di conseguenza, come visto in precedenza, il **tempo di rientro** è particolarmente basso per il Centro Italia nel caso un soggetto realizzi l'impianto utilizzando il capitale proprio. Nel caso del **Nord Italia**, si consideri un guadagno di circa il **20% minore** a causa della minore insolazione e, nel caso del Sud Italia, di circa il 20% maggiore.

in sintesi:

<i>Impianto PV</i>		<i>Conto Energia</i>	
<b>Potenza</b>	1 MWp	<b>Incentivo produzione</b>	0,346 €/kWh
<b>Energia prodotta</b>	1.200.000 kWh/anno	<b>Acquisto energia</b>	---
<b>Energia autoconsumata</b>	0%	<b>Vendita energia</b>	0,10 €/kWh
<i>Caso 1: Investimento</i>		<i>Caso 2: Finanziamento</i>	
<b>Capitale necessario</b>	4.000.000 netto Iva	<b>Durata</b>	15 anni
<b>Tempo di rientro</b>	8,3 anni	<b>Tasso</b>	6%

Confronto fra il caso dell'**investimento** con capitale proprio ed il caso di impianto realizzato con un **finanziamento**:



Anno	Energia Prodotta <sup>(1)</sup> [kWh]	Ricavo da Vendita energia <sup>(2)</sup> ad ENEL €	Ricavo da Tariffa Incentivante del GSE €	Costi <sup>(3)</sup> €	Flusso di cassa con investimento €	Rata annuale mutuo <sup>(4)</sup> €	Flusso di cassa con finanziamento €
0	0	0	0	0	-4.000.000	0	0
1	1.200.000	108.000	415.200	-38.000	-3.514.800	-405048	80.152
2	1.192.800	109.499	412.709	-38.380	-3.030.972	-405048	158.932
3	1.185.643	111.019	410.233	-38.764	-2.548.485	-405048	236.371
4	1.178.529	112.560	407.771	-39.151	-2.067.305	-405048	312.503
5	1.171.458	114.122	405.325	-39.543	-1.587.401	-405048	387.359
6	1.164.429	115.706	402.893	-39.938	-1.108.741	-405048	460.971
7	1.157.443	117.312	400.475	-40.338	-631.291	-405048	533.373
8	1.150.498	118.940	398.072	-40.741	-155.020	-405048	604.596
9	1.143.595	120.591	395.684	-41.149	320.107	-405048	674.675
10	1.136.734	122.265	393.310	-41.560	794.122	-405048	743.642
11	1.129.913	123.962	390.950	-41.976	1.267.059	-405048	811.531
12	1.123.134	125.683	388.604	-42.395	1.738.950	-405048	878.374
13	1.116.395	127.427	386.273	-42.819	2.209.831	-405048	944.207
14	1.109.697	129.196	383.955	-43.248	2.679.734	-405048	1.009.062
15	1.103.038	130.989	381.651	-43.680	3.148.695	-405048	1.072.975
16	1.096.420	132.807	379.361	-44.117	3.616.747	0	1.541.027
17	1.089.842	134.651	377.085	-44.558	4.083.925	0	2.008.205
18	1.083.303	136.520	374.823	-45.004	4.550.264	0	2.474.544
19	1.076.803	138.415	372.574	-45.454	5.015.798	0	2.940.078
20	1.070.342	140.336	370.338	-45.908	5.480.564	0	3.404.844
21	1.063.920	142.284	0	-46.367	5.576.481	0	3.500.761
22	1.057.536	144.259	0	-27.820	5.692.919	0	3.617.199
23	1.051.191	146.261	0	-28.099	5.811.081	0	3.735.361
24	1.044.884	148.291	0	-28.380	5.930.992	0	3.855.272
25	1.038.615	150.349	0	-28.663	6.052.678	0	3.976.958
26	1.032.383	152.436	0	-28.950	6.176.164	0	4.100.444
27	1.026.189	154.552	0	-29.239	6.301.477	0	4.225.757
28	1.020.032	156.697	0	-29.532	6.428.642	0	4.352.922
29	1.013.911	158.872	0	-29.827	6.557.687	0	4.481.967
30	1.007.828	161.077	0	-30.125	6.688.638	0	4.612.918
<b>TOT.</b>	<b>33.036.505</b>	<b>3.985.078</b>	<b>7.847.286</b>	<b>-1.143.725</b>	<b>6.688.638</b>	<b>-6.075.720</b>	<b>4.612.918</b>

## **7.2) commenti**

Considerando le ingenti somme di denaro che sono necessarie per affrontare una spesa di questo tipo, data anche dalla tipologia di impianto, la soluzione più ponderata è affidarsi ad un finanziamento, il quale mi permette di ottenere un guadagno sicuro senza dover investire capitale proprio che inizialmente, come nel caso precedente, mi provocherebbe un esborso elevato, e quindi flusso di cassa negativo; anche se noto un'intersezione tra l'investimento e il finanziamento attorno al decimo anno.

Successivamente il gap di guadagno tra l'investimento e il finanziamento aumenta evidenziando però una diminuzione assoluta di crescita dei flussi di cassa totali, più significativa per questa tipologia di impianto, quando dopo i 20 anni finisce la tariffa incentivante del GSE e quindi il guadagno deriva puramente dalla capacità produttiva dell'impianto.

Nel caso in esame, il gap di flusso di cassa tra investimento e finanziamento è di circa 2200000 €. Questa tipologia di impianto tuttavia richiede elevati sforzi economici e infatti rappresenta meno dell'1% degli impianti installati fino ad oggi in Italia, anche se da essi si ricava molta energia; Il costo non è infatti indifferente perciò la nascita di questi impianti avviene grazie a forme studiate di finanziamento e piani di ammortamento.

## **7.3) altra rendita: il terreno**

Altro business nascente da questi impianti è l'affitto dei "terreni cantierabili" dove poter installare appunto tali impianti che hanno bisogno di molto spazio ma in certi casi la rendita assicurata è di gran lunga maggiore a quella che si avrebbe in campo agricolo o comunque in terreni non adatti ad usi quotidiani.

Le caratteristiche perché un terreno sia preso in considerazione in questo tipo di business sono:

L'esposizione. Il terreno deve essere pianeggiante oppure collinare con esposizione verso sud. Se il terreno è pianeggiante, per ogni kW occorrono circa 25 mq, perciò per un impianto da 1 MW occorrono 3-4 ettari.

L'assenza di vincoli. Il terreno non deve avere vincoli, altrimenti sarà utilizzabile solo per la parte priva di vincoli. In pratica, occorre verificare questa condizione richiedendo al Comune in cui ricade il terreno un cosiddetto Certificato di Destinazione Urbanistica (CDU) con vincoli.

La vicinanza di una linea elettrica. Il terreno deve avere vicino (meglio se vi passa sopra) una linea elettrica di media o alta tensione. Meglio ancora se è presente anche una cabina di trasformazione. Realizzare una linea elettrica nuova, infatti, è molto costoso: circa 70.000 euro a chilometro.

Una volta valutati i requisiti e conseguite tutte le autorizzazioni e i nulla osta necessari, è possibile, dopo dichiarazione di inizio lavori, realizzare l'opera e trarne così i benefici.

Nel caso di cessione del diritto di superficie, il guadagno è dato da:

Canone annuo. Normalmente l'importo corrisposto al proprietario per la cessione del diritto di superficie va da un minimo di 3.500 euro l'anno per ettaro in su; se il terreno ha una linea elettrica vicina, il prezzo si può aggirare sui 5.000-6.000 euro.

La durata dell'affitto. Normalmente è di 20 anni (la durata delle tariffe incentivanti).

La superficie coltivabile in Italia è di circa 13 milioni di ettari; questo dato però non deve influenzare le origini agricole della popolazione che vorrebbe guadagnare il più possibile dai terreni coltivati che anche se oggi non garantiscono elevate remunerazioni, sono di vitale importanza per lo sviluppo dell'economia; la nascita di tale opportunità di guadagno spingerebbe a smettere le coltivazioni a favore della tecnologia ma questo non è di certo la strada giusta per la crescita.



## CONCLUSIONI

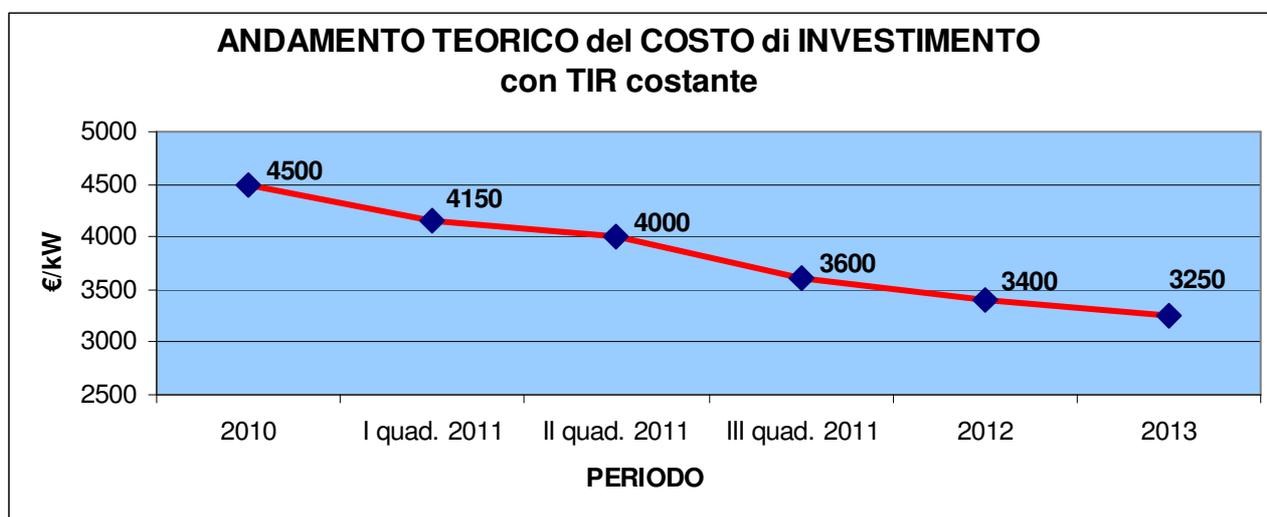
Il lavoro svolto è stato centrato sull'analisi e il rendimento di un sistema fotovoltaico, si è cercato di individuare e descrivere tutte le voci di costo e ricavo facenti parte di un sistema fotovoltaico.

L'analisi è partita dallo studio del decreto del nuovo conto energia 2011 che modifica sensibilmente nel tempo le condizioni di approccio degli addetti ai lavori in questo campo.

Si è cercato di evidenziare e spiegare le novità, gli aspetti positivi e quelli negativi che incontreranno nel 2011 i soggetti che volessero intraprendere tale investimento.

Approfondendo le ipotesi, applicate ad un caso specifico ma adattabili ad ogni tipologia, con le opportune accortezze è stato individuato il costo d'investimento che al variare delle condizioni che troveremo nel 2011 (tariffe incentivanti, modalità, tipologia,...) garantisce parità di tasso rendimento interno.

Partendo quindi dall'ipotesi iniziale di mantenere inalterato il TIR, fissati i parametri riguardanti il caso specifico, ma come già detto facilmente adattabili ad altri casi, per confronto, fissato il prezzo di cessione dell'energia e mantenendo invariate le altre ipotesi; è possibile infine stilare un **prospetto futuro** che illustra l'andamento teorico che il costo d'investimento (€/kW) dovrebbe avere per garantire lo stesso tasso di rendimento interno, in base alla diminuzione, nei prossimi periodi, della tariffa incentivante per kWh prodotto e quindi una minor entrata di cassa certa.

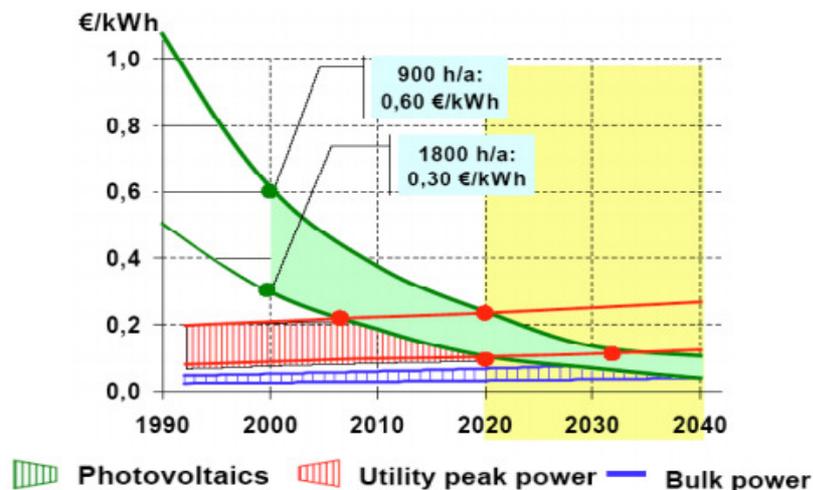


Dalla previsione futura è possibile osservare che la diminuzione degli incentivi nel tempo, influisce in maniera significativa sulla redditività dell'investimento; ecco perché col passare degli anni, questa fonte deve esser in grado di auto sostenersi, aiutata dal progresso tecnologico, facendo sì che il costo d'investimento non sia una discriminante per la scelta di tale risorsa, ovvero che non sia di ostacolo per lo sviluppo e l'integrazione dello sfruttamento di energia alternativa.

Per mantenere inalterata la redditività (TIR), come evidenziato, sarà necessario, al variare delle condizioni incentivanti, che il costo d'investimento diminuisca sensibilmente ogni periodo, gravando il meno possibile sull'impianto fotovoltaico, in questo modo tale tecnologia continuerà ad esser sostenibile e si svilupperà per dare spazio alle applicazioni più varie.

Tuttora i costi sono molto elevati data la tecnologia in via di sviluppo ecco perché importante deve esser l'impegno di ricerca.

Ad oggi, 2010, il costo attualizzato del fotovoltaico è compreso tra 0,20-0,60 €/kWh



Si nota infatti che i costi di impianto e di conseguenza quello dell'energia elettrica fotovoltaica si sono ridotti di oltre il 65%, negli ultimi 20 anni.

Se la riduzione dei costi seguirà l'andamento previsto, osservabile dalle curve di apprendimento ricavate dall'analisi dei costi di tecnologie affini, si stima che il costo dell'energia elettrica fotovoltaica dovrebbe scendere sotto 0,10 €/kWh nel 2040.

Successivamente si è sviluppata l'analisi approfondita dei ricavi e dei costi; in particolare dei moduli che costituiscono la componente più gravosa, in termini economici, dell'investimento fotovoltaico.

Proprio a riguardo dei moduli si è cercato di dare le possibili soluzioni e prospettive future, ad esempio l'acquisto su diversi mercati, tenendo ben presente il criterio fondamentale dell'efficienza e spingendo sullo sviluppo guidato dal progresso tecnologico.

Infine, con vari esempi, si è cercato di esplorare le molteplici tipologie e applicazioni degli impianti fotovoltaici individuando come criterio fondamentale quello della rendita economica attualizzando e rispettando le condizioni vigenti e sfruttando tutte le possibili forme di investimento remunerativo ad essi collegato, come ad esempio l'affitto di terreni cantierabili.

Il “boom” del fotovoltaico, come emerso, attira molti soggetti investitori, perciò è importante conoscere i “meccanismi” che subentrano sia nella gestione del investimento che dell’impianto; molteplici sono i fattori esterni che determinano la rendita effettiva, come ad esempio la posizione. Nel futuro, grazie allo sviluppo, questa fonte rinnovabile dovrà essere in grado di sostenersi anche senza incentivi, divenendo così una fonte di energia, innanzitutto “verde”, remunerativa ma soprattutto sostitutiva di altre meno disponibili, inquinanti e costose.

Infatti l’Italia, il paese del Sole, non può non tener presente le grandi potenzialità di sviluppo e rendita legate a questa risorsa che è la principale fonte di energia vitale.

Ad oggi il fabbisogno di energia elettrica in Italia è di circa 350TWh/a con previsioni di raggiungere i 470TWh/a entro il 2020 e per fine 2010 che il parco solare arrivi a circa l’1% del totale attuale; da qui si può carpire come questa risorsa abbia ancora molto bisogno di esser sostenuta e sviluppata prima di divenir una fonte dominante nella produzione di energia elettrica “pulita” e a basso costo.

Con questo prospetto economico infine si è cercato di avvicinare anche i soggetti esterni a questi interessi evidenziando la sostenibilità e l’importanza della risorsa fotovoltaica.



## APPENDICE

### TASSO INTERNO DI REDDITIVITA' (TIR)

Il trasporto nel tempo della ricchezza ha un costo unitario solitamente rappresentato nel tasso di interesse. Il TIR attribuisce un valore diverso alle somme spese o ricavate a seconda dell'istante in cui si verificano gli esborsi o i ricavi. Esso si può definire come quel tasso che permette di uguagliare i costi e i ricavi di un determinato investimento tenendo conto del tempo nel quale si verificano.

Se si suppone l'investimento concentrato all'inizio del progetto, si può dunque scrivere:

$$I_0 = \sum_{j=1}^n D_j (1 - \text{TIR})^{-j}$$

### VALORE ATTUALE NETTO (VAN)

Anche col metodo del Valore Attuale Netto unitario (VAN), detto anche EVA (Eccedenza di Valore Attualizzato), gli esborsi e i ricavi vengono valorizzati in base al momento in cui si verificano.

A differenza del TIR il tasso che esprime il costo di transizione delle somme nel tempo è come predeterminato il tasso di attualizzazione ( $a$ ). Si può quindi definire il valore attuale netto come la differenza attualizzata ad un istante qualsiasi degli esborsi e dei ricavi, cioè:

$$\text{VAN} = \sum_{j=1}^n D_j (1 + a)^{-j} - \sum_{j=1}^n I_j (1 + a)^{-j}$$

## **CONTO ENERGIA:**

è un sistema di incentivazione statale che premia l'energia effettivamente prodotta dal proprio impianto solare fotovoltaico, a prescindere dal suo uso (autoconsumo o vendita). L'esatta tariffa incentivante varia a seconda della taglia dell'impianto -- ma non vi sono limiti alla sua potenza -- e del tipo di impianto (sugli edifici o altri). L'importo riconosciuto, erogato dal Gestore dei Servizi Elettrici (GSE), è pari alla produzione annuale dell'impianto (in kWh) x la tariffa applicabile (€/kWh), che è riportata in un'apposita tabella. Il Conto Energia è nato per il fotovoltaico con la possibilità di usufruirne per la durata di 20 anni dall'entrata in esercizio dell'impianto.

## **CONTRATTI ENERGIA:**

la completa liberalizzazione del mercato elettrico italiano, imposta dalla direttiva n°54/2003 della Comunità Europea per favorire la libera concorrenza e il risparmio dei consumatori, consente di scegliere liberamente il proprio fornitore di energia elettrica tra i tanti presenti sul mercato.

## **INCENTIVI STATALI:**

l'incentivazione statale per le fonti di energia rinnovabili avviene attraverso tre meccanismi fondamentali. Il primo è quello del Conto Energia, nato per il solare fotovoltaico e poi esteso al solare termodinamico. Il secondo è quello dei Certificati Verdi, di cui possono beneficiare gli impianti che producono almeno 1 MWh/anno da fonti rinnovabili. I soli impianti eolici fino a 200 kW e gli impianti da altre fonti rinnovabili (solare e biomasse/biogas esclusi) di potenza fino a 1 MW possono usufruire, in alternativa ai Certificati Verdi, di una tariffa onnicomprensiva (che comprende, cioè, sia la componente incentivante che l'acquisto dell'energia elettrica) per ogni kW prodotto e immesso in rete. Esistono, inoltre, contributi comunitari (a carattere nazionale e regionale) emessi prevalentemente a favore di applicazioni innovative e con varie modalità; nonché, talvolta, agevolazioni locali (regionali o comunali).

## **CERTIFICATI BIANCHI:**

sono un'innovativa forma di incentivazione del risparmio energetico introdotta per la prima volta al mondo in Italia. Tali certificati, detti anche "Titoli di Efficienza Energetica" (TEE), attestano il raggiungimento di risparmi energetici attraverso l'applicazione di tecnologie idonee e di sistemi efficienti. Vengono emessi dal Gestore del Mercato Elettrico (GME) sulla base delle certificazioni dei risparmi conseguiti. Un certificato equivale al risparmio di una tonnellata equivalente di petrolio. Ogni anno vengono fissati obiettivi di risparmio obbligatori per i distributori di energia elettrica e di gas naturale. Gli obiettivi possono essere raggiunti attraverso la realizzazione di

interventi presso i consumatori finali (ad es. installazione di elettrodomestici e caldaie ad alta efficienza, interventi di isolamento termico degli edifici, aumento dell'efficienza energetica dei processi industriali), che ne traggono un beneficio in termini di riduzione della spesa energetica.

### **CERTIFICATI VERDI:**

sono una forma di incentivazione dell'energia elettrica ricavata da fonti rinnovabili, solare e biomasse escluse (vento, risorse idriche, risorse geotermiche, maree, moto ondoso) che può essere richiesta per 15 anni dai produttori di energia in possesso di Partita Iva, purché non beneficino di incentivi pubblici (nazionali, locali o comunitari). I Certificati Verdi (CV) consentono di ottenere un premio in denaro per tutta l'energia prodotta da tali fonti, divisa in pacchetti minimi di 1 MWh/anno, includendo così anche gli impianti di piccola taglia. Si tratta di un titolo bancario che viene emesso dal Gestore dei Servizi Elettrici (GSE) su richiesta del produttore di energia da fonti rinnovabili. Quest'ultimo riceve il provento derivante dalla facile vendita sul mercato del Certificato Verde effettuata, ad es. direttamente o tramite il Gestore del Mercato Elettrico (GME), in aggiunta al prezzo di vendita, al GSE o ad altri clienti, dell'energia generata(qualora non sia auto consumata).

### **VENDITA DELL'ENERGIA:**

l'elettricità prodotta da fonti rinnovabili può essere venduta in due modi, realizzando (1) un guadagno netto attraverso il meccanismo della cessione in rete (con la vendita dell'energia al GSE -- nota come "ritiro dedicato" -- al prezzo orario di zona, o ad altri clienti alla "borsa dell'energia" o tramite contratti bilaterali) o della tariffa onnicomprensiva (che comprende la tariffa di vendita al GSE + un incentivo statale), oppure (2) un risparmio valorizzando, attraverso il meccanismo compensativo dello scambio sul posto, l'autoconsumo dell'elettricità prodotta. Alcuni di questi meccanismi sono applicabili solo ad impianti di potenza nominale media annua inferiore a una certa soglia, come mostrato nella tabella qui sotto, senza tuttavia limiti temporali. Lo scambio sul posto è l'unica scelta possibile alle persone fisiche -- cioè senza Partita Iva -- e conviene preferirlo alla cessione in rete dell'energia se si produce tanta energia quanta se ne consuma, o non molto di più.



<b>Tipi di vendita possibili</b>	<b>Impianti 1-20 kW</b>	<b>Impianti 20-200 kW</b>	<b>Impianti 200 kW-1 MW</b>	<b>Impianti &gt;1 MW</b>
Compensazione "Scambio sul posto"	SI	SI	NO	NO
Vendita "Cessione in rete" al GSE (tariffa ufficiale)	SI	SI	SI	SI
Vendita "Cessione in rete" ad altri clienti (libero mercato)	SI	SI	SI	SI
Tariffa onnicomprensiva* (incentivo statale + vendita al GSE)	SI	SI	SI (eolico escl.)	NO

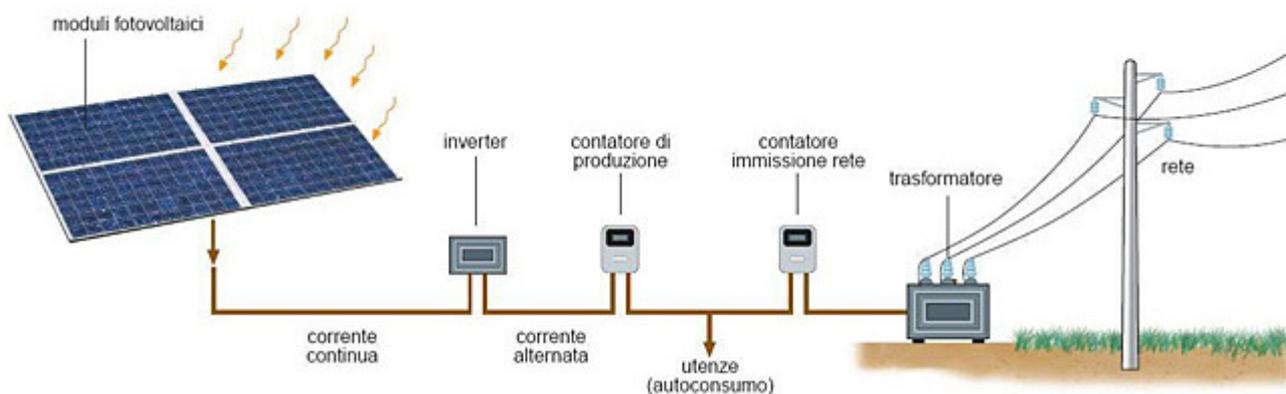
*\*NOTA. La tariffa non si applica al solare e alle biomasse/biogas, bensì a tutte le altre fonti rinnovabili.*

### **CESSIONE IN RETE:**

si tratta della vendita in rete -- cioè al Gestore dei Servizi Elettrici (e in tal caso è detto "ritiro dedicato" ed è utilizzato di solito per gli impianti meno grandi) oppure ad altri sul mercato libero -- dell'energia prodotta da fonti rinnovabili che eccede il proprio (eventuale) autoconsumo annuo. Questa cessione totale o parziale è possibile solo per impianti di potenza nominale media annua superiore a 1 kW, e richiede il possesso della Partita Iva per la necessaria fatturazione. Inoltre la cessione in rete non è cumulabile con lo scambio sul posto, che invece è un semplice meccanismo di tipo compensativo tra energia prelevata e ceduta alla rete, ma ne costituisce una possibile alternativa per impianti di 20-200 kW di potenza, mentre rappresenta l'unica possibile scelta per i produttori di energia con impianti oltre i 200 kW di potenza. Il prezzo di vendita dell'energia al Gestore dei Servizi Elettrici (GSE) è il prezzo di mercato.

## SCAMBIO SUL POSTO:

il servizio di "scambio sul posto" regolato da un contratto con il Gestore dei Servizi Elettrici (GSE) che non necessita della Partita Iva ed è quindi fruibile anche da piccoli utenti residenziali permette di quantificare l'energia elettrica riversata nella rete elettrica per poi defalcarla dai propri prelievi di elettricità dalla rete stessa. In pratica, la rete funziona come una batteria di accumulo infinitamente grande dell'energia prodotta ma non immediatamente auto consumata, capace di restituire l'energia in seguito per soddisfare i propri consumi. Le eccedenze di produzione rispetto a quanto consumato, misurate da un contatore bidirezionale e valorizzate a fine anno al prezzo zonale orario, non sono liquidabili ma utilizzabili l'anno successivo. Il servizio dello scambio sul posto è fruibile solo per impianti aventi potenza nominale media non superiore a 200 kW che producono energia da fonti rinnovabili, ed è cumulabile con l'incentivo del conto energia.





## BIBLIOGRAFIA

- **siti:**

[www.enel.it](http://www.enel.it)

[www.gse.it](http://www.gse.it)

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[www.ecoage.it](http://www.ecoage.it)

[www.solaritalia.com](http://www.solaritalia.com)

[www.sportelloenergiesinnovabili.it](http://www.sportelloenergiesinnovabili.it)

[www.autorità.energia.it](http://www.autorità.energia.it)

[www.enea.it](http://www.enea.it)

[www.energethics.it](http://www.energethics.it)

[www.mercatoelettrico.org](http://www.mercatoelettrico.org)

[www.nextville.it](http://www.nextville.it)

[www.reteambiente.it](http://www.reteambiente.it)

[www.autorità.energia.it](http://www.autorità.energia.it)

[www.futurpower.com](http://www.futurpower.com)

[www.intellienergia.com](http://www.intellienergia.com)

[www.corriere.it](http://www.corriere.it)

[www.ilsole24ore.com](http://www.ilsole24ore.com)

[www.enerpoint.it](http://www.enerpoint.it)

[www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)

- **articoli on line**